CADERNO DE INSTRUÇÃO DE INSTALAÇÃO, MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO DO MICROSSISTEMA FOTOVOLTAICO MÓDULO DE ENERGIA SOLAR (MESO) - EB50-CI-03.001













ENERGIA
RENOVÁVEL








MINISTÉRIO DA DEFESA
EXÉRCITO BRASILEIRO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO
(Departamento Técnico e de Produção do Exército / 1946)

CADERNO DE INSTRUÇÃO

ORIENTAÇÕES PRÁTICAS PARA INSTALAÇÃO, MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO DE MICROSSISTEMA ISOLADO PARA GERAÇÃO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EM PNR – MESO.

1ª Edição
2021

EB50-CI-03.001



MINISTÉRIO DA DEFESA
EXÉRCITO BRASILEIRO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO
(Departamento Técnico e de Produção do Exército / 1946)

CADERNO DE INSTRUÇÃO

ORIENTAÇÕES PRÁTICAS PARA INSTALAÇÃO, MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO DE MICROSSISTEMA ISOLADO PARA GERAÇÃO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EM PNR – MESO.

1ª Edição
2021



MINISTÉRIO DA DEFESA
EXÉRCITO BRASILEIRO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO
(Departamento Técnico e de Produção do Exército / 1946)

Impressão: Publicação realizada com recursos do Exército Brasileiro.

Quartel-General do Exército – Setor Militar Urbano
CEP 70630-901 Brasília DF Brasil
Fone (61) 3415-5581 – Fax (61) 3415-5589
http://www.dom.eb.mil.br/

Aprova o Caderno de Instrução sobre Orientações Práticas para Instalação, Manutenção e Operação de Microssistema Isolado para Geração de Energia Fotovoltaica em PNR, denominado “MESO”. (EB50-CI-03.001)

O **CHEFE DO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO**, no uso das atribuições constantes nos incisos I e III, do art. 3º do Regulamento do Departamento de Engenharia e Construção (R-155), aprovado pela Portaria nº 891, do Comandante do Exército, de 28 de novembro de 2006 e em conformidade com o parágrafo único do art. 5º, o inciso II do art. 12 e o caput do art. 44, das Instruções Gerais para as Publicações Padronizadas do Exército (EB10-IG-01.002), aprovadas pela Portaria do Comandante do Exército nº 770, de 7 de dezembro de 2011, resolve:

Art. 1º Aprovar o Caderno de Instrução sobre Orientações Práticas para Instalação, Manutenção e Operação de Microssistema Isolado para Geração de Energia Fotovoltaica em PNR (EB50-CI-03.001), que será denominado “MÓDULO DE ENERGIA SOLAR – (MESO) – Caderno de Instrução de instalação, manutenção e operação do microssistema fotovoltaico".

Art. 2º Estabelecer que este Caderno de Instrução entre em vigor na data de sua publicação.

Gen Ex JÚLIO CESAR DE ARRUDA
Chefe do Departamento de Engenharia e Construção

FOLHA REGISTRO DE MODIFICAÇÕES (FRM)

NÚMERO DE ORDEM	ATO DE APROVAÇÃO	PÁGINAS AFETADAS	DATA

LISTA DE FIGURAS

SUMÁRIO

CAPÍTULO I
INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO

1.1.1 Este caderno de instrução foi elaborado pela Diretoria de Obras Militares (DOM) com o objetivo de fornecer os requisitos mínimos para instalação do MÓDULO DE ENERGIA SOLAR (MESO)[1] para Geração de Energia Fotovoltaica Individual (*off-grid*[2]) em áreas isoladas, ou com armazenamento de energia.

1.1.2 A energia solar possui grande disponibilidade em todo território nacional, apresentando grande potencial para geração de energia elétrica em áreas isoladas. Neste cenário, este caderno pretende servir de subsidio técnico básico para instalação desses sistemas – denominados MESO.

1.1.3 Salienta-se que, por se tratar de um caderno de instrução específico para instalação do MESO, algumas questões não foram abordadas com grande profundidade. Desta forma, no caso de alteração significativa no projeto, os responsáveis pela instalação deverão realizar as adaptações necessárias.

1.1.4 O desempenho esperado do MESO, produção de energia elétrica e vida útil de seus componentes, serão alcançados ao serem cumpridos todas as etapas aqui previstas, tanto na fase de instalação como na manutenção e operação do sistema.

1.1.5 Toda montagem e instalação do MESO somente poderá ser realizada por profissionais habilitados e em completa observância das normas brasileiras, e, quando insuficientes, das normas internacionais pertinentes ao assunto.

1.2 LEGISLAÇÃO, NORMAS E MANUAIS DE REFERÊNCIA

Apresenta-se a seguir as principais referências técnicas que abordam a questão da energia elétrica, principalmente a gerada por sistemas fotovoltaicos, em sistemas isolados (*off-grid*).

1.2.1 AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL), REN nº414/2010 – Condições gerais de fornecimento de Energia Elétrica.

---

[1]Microssistema MESO: potência até 4 kW.

[2]Os sistemas isolados ou autônomos para geração de energia solar fotovoltaica são caracterizados por não se conectarem à rede elétrica.

1.2.2 Decreto nº 10.221, de 5 de fevereiro de 2020 – Institui o Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Energia Elétrica na Amazônia Legal – Mais Luz para a Amazônia.

1.2.3 Documentação técnica da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

1.2.4 Norma Reguladora NR 10 – Segurança em instalações e serviços em eletricidade.

1.2.5 Norma Reguladora NR 35 – Segurança em trabalho em altura.

CAPÍTULO II
PREMISSAS TÉCNICAS DO MESO

2.1 PREMISSAS DE PROJETO

2.1.1 O MESO faz parte de um esforço integrado, propondo uma solução para fornecer energia elétrica em áreas militares, preferencialmente para atender à família militar, sem acesso regular à oferta de energia elétrica.

2.1.2 O sistema foi dimensionado para suportar a demanda elétrica de um Próprio Nacional Residencial (PNR), durante as 12 horas em que o gerador diesel estiver desligado, conforme equipamentos e período de utilização apresentados na Tabela a seguir:

Tabela 1 – Demanda elétrica considerada

Equipamento	Potência (W)	Qtd	Tempo Uso por Dia (horas)	Consumo por Dia (W.h / dia)
Lâmpadas	15	8	4	480
Notebook	100	1	3	300
Televisão	100	2	4	800
Geladeira	150	1	10	1.500
Ventilador	100	2	10	2.000
Liquidificador	150	1	0,2	30
Receptor Sinal Satélite	30	1	4	120
Roteador internet wi-fi	50	1	4	200
Carregador de celular	35	2	2	140
Cafeteira elétrica	1.000	1	0,5	500
Ferro de passar roupas	1.000	1	0,5	500
TOTAL				**6.570**

2.2. RECOMENDAÇÕES SOBRE UTILIZAÇÃO

2.2.1 Neste projeto, não foi considerada reserva de energia no sistema para dias chuvosos. Desta forma, nesses dias, poderá não haver produção suficiente para recarregar as baterias.

2.2.2 O usuário final deve manter a disciplina e o uso consciente da energia elétrica sem extrapolar o dimensionamento proposto. Quando o limite de consumo máximo diário for atingido, o sistema irá cessar o fornecimento de energia.

2.2.3 Manter os usuários sempre atentos para evitar o desperdício de energia.

CAPÍTULO III
COMPOSIÇÃO DO MESO

3.1. VISÃO GERAL DO SISTEMA

3.1.1 O MESO foi dimensionado para produzir diariamente 6.732 Wh, tendo como referência os meses de menor disponibilidade solar local.

3.1.2 Possui a seguinte composição e os seus principais componentes, equipamentos/acessórios: painel solar (módulos fotovoltaicos sobre estrutura metálica específica), cabeamento específico, proteções, controlador de carga, baterias e inversor, conforme mostra a Figura 1.

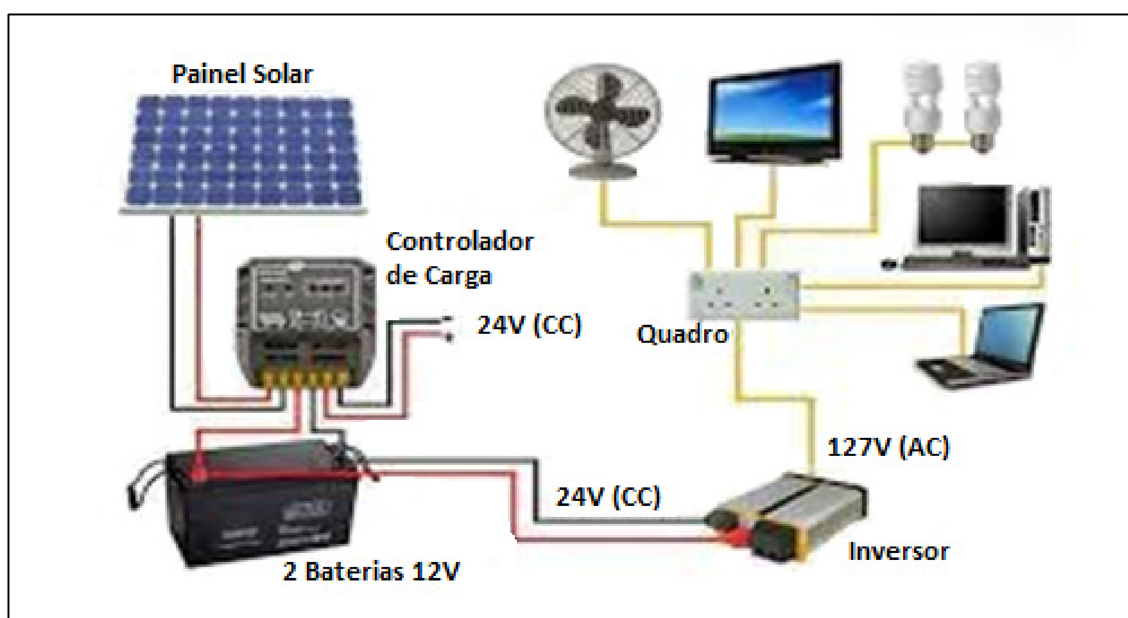


Figura 1 - Componentes básicos de microssistema fotovoltaico off-grid.

3.1.3 O microssistema MESO é composto da mesma configuração, sendo que os controladores de carga, inversor, proteções e cabeamento foram concentrados num quadro de específico conforme Figura 2:

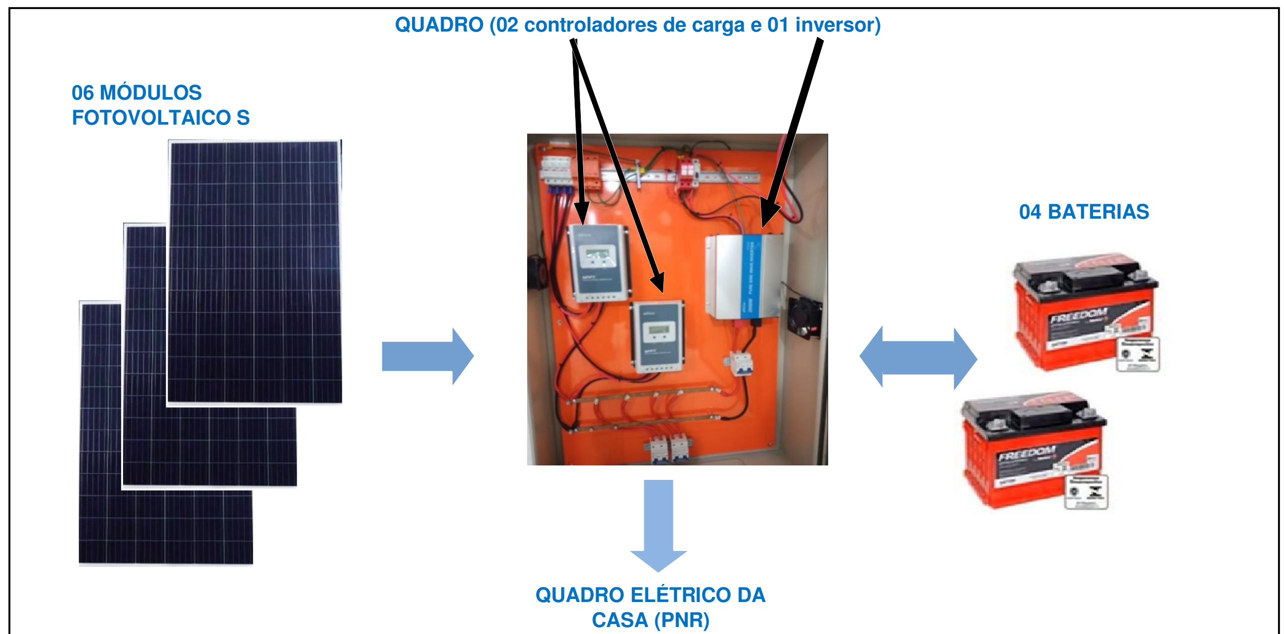
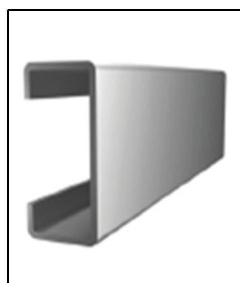


Figura 2 - Compenentes básicos do MESO

3.2 ESTRUTURA DE FIXAÇÃO

3.2.1 A estrutura de fixação de painéis fotovoltaicos é uma parte fundamental do sistema fotovoltaico e requer material resistente a corrosão. Sua fixação pode ser realizada sobre qualquer tipo de cobertura (fibrocimento, metálica, cerâmica ou laje) e também em solo.

3.2.2 Os componentes da estrutura de fixação encontram-se representados na Figura 3:



a)



b)



c)

Figura 3 – Componentes da estrutura de fixação. a) Perfil C; b) Fixador Central; c) Fixador Final

3.3 MÓDULO FOTOVOLTAICO

3.3.1 O painel ou módulo fotovoltaico utilizado como modelo é ODA330W-36P da empresa EMPALUX (Figura 4, Tabela 2) e apresenta as seguintes características técnicas e sob as condições STC[3] e NOCT[4]:

Tabela 2 – Características de desempenho do painel fotovoltaico

Especificações	STC	NOCT
Potência nominal máx. (Pmáx – W)	330	245
Tensão operacional ideal (Vmp – V)	37,26	34,28
Corrente operacional ideal (Imp – A)	8,86	7,15
Tensão de circuito aberto (Voc – V)	44,72	41,15
Corrente de curto-circuito (Isc – A)	9,57	7,72
Eficiência do painel	17%	
Temperatura operacional nominal	45±2 ℃	

Especificações	Dados
Tipo de célula	Policristalino
Organização das células	72
Dimensões (mm)	1.960 x 992 x 40
Peso	22,5 kg
Coeficiente de temperatura	-0,4%/℃
Coeficiente de temperatura (Voc)	-0,3%/℃
Coeficiente de temperatura (Isc)	0,06%/℃

Fonte: EMPALUX 330Vp



Figura 4 - Módulos fotovoltaicos instalados no 5º PEF do 5º BIS.

3.4 QUADRO ELÉTRICO

3.4.1 O Quadro Elétrico foi dimensionado para abrigar o inversor e os controladores de carga, bem como para permitir a instalação das proteções do sistema fotovoltaico CC e CA, apresentado na Figura 5.

---

[3] STC: sob condições de teste padrão (STC), com irradiação de 1.000 W/m², espectro AM de 1,5 e temperatura de célula de 25 ℃.

[4] NOCT: sob temperatura operacional normal da célula (NOCT), onde a irradiação é de 800 W/m², espectro AM de 1,5, temperatura ambiente de 20 ℃ e velocidade do vento de 1 m/s.

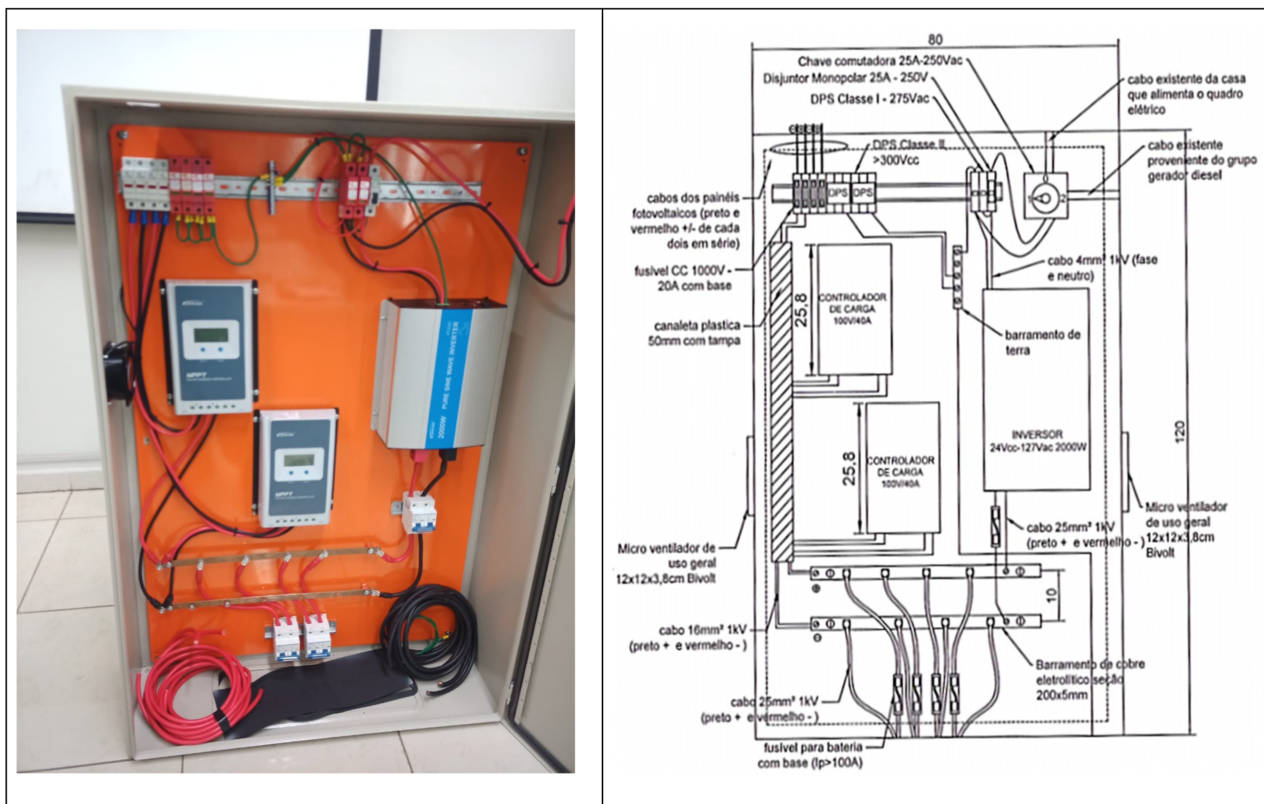


Figura 5 – Quadro montado com controladores, inversor e proteções (a) e Diagrama do quadro elétrico (b)

3.4.2 O quadro elétrico deverá ser instalado logo acima da estrutura de suporte das baterias, de forma a não existir significativa impedância nos cabos, das baterias ao inversor.

3.4.3 INVERSOR

O inversor utilizado como modelo é IPower IP2000-21, da empresa EPEVER (Figura 6), possuindo as seguintes características técnicas básicas:

- Tensão de entrada: 24 Vcc
- Tensão de saída: 127 Vac
- Potência de saída: 1600W
- Dimensões: 326,12 x 231,5 x 98,5mm
- Peso: 4,6kg

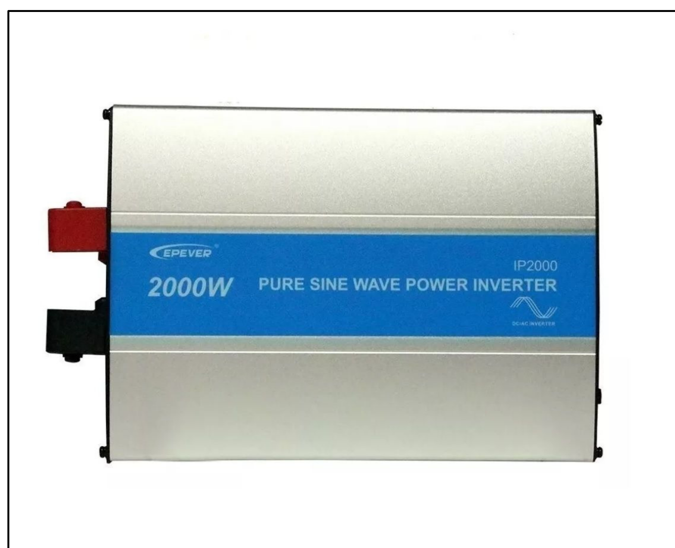


Figura 6 - Inversor IPower 2000-21 da empresa EPEVER (utilizado no MESO)

3.4.4 CONTROLADOR DE CARGA

3.4.4.1 O controlador de carga utilizado como modelo é 4210-NA, da empresa EPEVER, cujas principais características são a seguir apresentadas:

- Detecção automática do banco de baterias (12V ou 24V)
- Bloqueio de corrente reversa da bateria para o painel fotovoltaico durante a noite
- Desconexão dos módulos fotovoltaicos quando ocorre sobrecarga das baterias
- Compatível com baterias de chumbo-ácido e íons de lítio
- Função de compensação de temperatura da bateria.
- Função de estatísticas de energia em tempo real.
- Função de redução de potência de superaquecimento.
- LCD e indicadores para exibir dados operacionais e status do Sistema.
- Tensão de entrada de painéis: máximo de 95Vcc
- Potência de entrada: máxima de 1040Wp (24V)
- Corrente máxima para a bateria: 40A
- Dimensões: 252 x 180 x 63 mm
- Peso: 1,65kg

3.4.4.2 O controlador de cargas deve ser utilizado em arranjo fotovoltaico que, quando combinados (ou individualmente), não excederão a classificação de corrente máxima (Isc) e de tensão de circuito aberto (Voc), além da potência limitação.

3.4.4.3 Na Tabela 3, encontram-se os valores máximos de referência e os valores adotados no projeto, na Figura 7 sua representação e na Tabela 4, as características do controlador de cargas adotado.

Tabela 3 – Valores de referência e do projeto – Controlador de cargas

Modelo	Corrente de Carga Nominal	Potência nominal de carga	Max. Potência de matriz fotovoltaica	Max. PV tensão de circuito aberto
Tracer4210AN (máximas)	40A	1040W/24V	1560W/24V	100V
Adotadas no projeto	19,14A	980W/24V	1320W/24V	89,44V

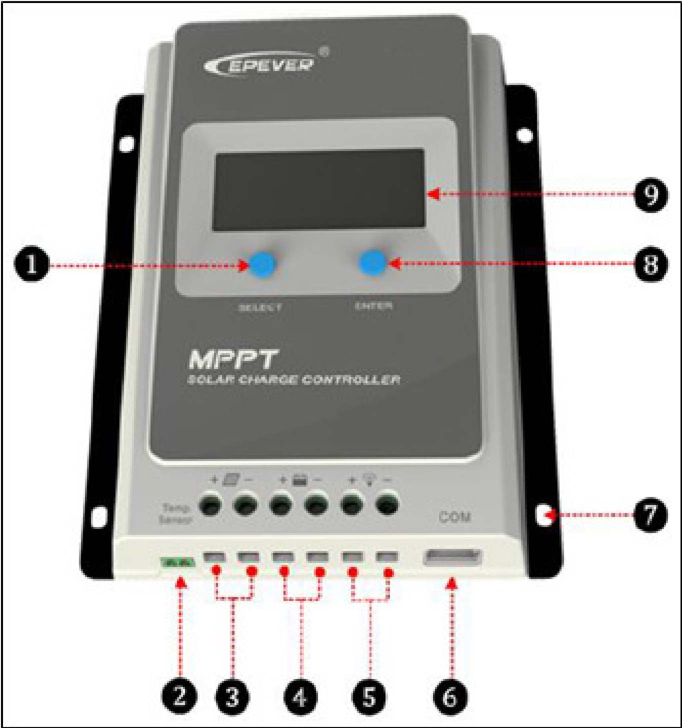


Figura 7 – Controlador de cargas de referência

Tabela 4 – Características do controlador de cargas

<table>
<tr><td>1</td><td>Botão SELECIONAR</td><td>6</td><td>Interface de comunicação RS485</td></tr>
<tr><td>2</td><td>Interface RTS</td><td>7</td><td>Orifício de montagem Φ5mm</td></tr>
<tr><td>3</td><td>Terminais Fotovoltaicos</td><td>8</td><td>Botão ENTER</td></tr>
<tr><td>4</td><td>Terminais de Bateria</td><td rowspan="2">9</td><td rowspan="2">LCD</td></tr>
<tr><td>5</td><td>Terminais de carga</td></tr>
<tr><td>❖</td><td colspan="3">Se o sensor de temperatura estiver em curto-circuito ou danificado, o controlador irá carregar ou descarregar na temperatura padrão de 25 ºC.</td></tr>
</table>

3.4.5 CHAVE SELETORA

3.4.5.1 A **CHAVE SELETORA** (Figura 8) possui a função de selecionar a fonte de alimentação de energia elétrica da casa (gerador à diesel ou MESO)



Figura 8 - Parte frontal do quadro elétrico com a chave seletora.

3.4.5.2 A chave seletora é o único componente a ser acionado pelo usuário. Encontra-se na porta do quadro elétrico do MESO e possui 3 posições:

0- sistema em off, ou seja, PNR sem energia

1- recebe energia do gerador do PEF e transmite aos pontos e aparelhos do PNR

2- recebe energia do sistema fotovoltaico e transmite aos pontos e aparelhos do PNR

NOTA: na oportunidade da montagem, pode ocorrer a troca de posição entre as funções 1 e 2, mas essa condição deverá será devidamente informada ao usuário final.

3.5 BATERIA ESTACIONÁRIA

3.5.1 A bateria estacionária é do tipo chumbo-ácido e necessita de cuidados específicos de instalação e manutenção para aumentar a vida útil. O modelo utilizado como referência foi o DF4100, da empresa Freedom (Figura 9), e possui as seguintes características básicas:

Características Elétricas		
Capacidade @ 25ºC (Ah)	10 h	200
	20 h	220
	100 h	240
Dimensões (mm)	Comprimento	530
	Largura	280
	Altura	246
Peso (Kg)		60,3
Tensão nominal (V)		12
Terminal "L"		
Diâmetro furo		7 mm

- **Bateria aberta ventilada livre de manutenção**

Figura 9 - Características da bateria estacionária

3.6 CABOS E CONECTORES

3.6.1 O **CABEAMENTO ELÉTRICO** se divide em dois grupos: cabeamento CA (corrente alternada) e cabeamento CC (corrente contínua).

3.6.2 Os **CABOS UV (proteção solar)** são os cabos provenientes dos painéis fotovoltaicos. Por eles circulam corrente contínua (CC) e possuem nível de isolação de 1,8kV, com proteção contra raios ultra-violeta. São conectados aos fusíveis do quadro elétrico por meio de **terminal tipo agulha** e entre módulos através do **conector MC4** (Figura 10).



Figura 10 - Terminal tipo agulha para conectar às proteções do quadro (a) e conector MC4 para conectar o cabeamento externo do módulos fotovoltaicos (b).

3.6.3 Os **CABOS DAS BATERIAS** são do mesmo tipo dos cabos que conectam a carga elétrica da casa, com nível de isolação 1kV, porém com bitola de 25mm².

3.6.4 Serão utilizados **terminais tipo universal ou olhal** para interligar as baterias com os cabos de cobre de 25mm² (Figura 11).



Figura 11 - Terminal **universal** e terminal tipo **olhal** para para conectar cabo de 25mm²

3.7. RECOMENDAÇÕES OBRIGATÓRIAS SOBRE SISTEMA

3.7.1 Antes de manusear, instalar ou fazer qualquer tipo de manutenção no sistema, ler atentamente as orientações e alertas constantes nesse manual.

3.7.2 A não observância dessas instruções poderá causar riscos e danos graves para a propriedade e para as pessoas (choques elétricos, queimaduras e risco de morte).

3.7.3 Os responsáveis (profissionais habilitados) pela instalação do sistema fotovoltaico de geração de energia elétrica deverão orientar os consumidores finais para que evitem o mau uso, riscos e perigos resultantes da não observância dessas orientações.

3.7.4 O material da estrutura metálica precisa ser **resistente a corrosão** (alumínio ou aço galvanizado) para evitar riscos com deterioração precoce e danos ao sistema como um todo.

3.7.5 Em hipótese nenhuma, o inversor e o controlador de carga deverão ser acessados sem a devida habilitação profissional e sem consultar previamente a unidade de manutenção.

3.7.6 Todos os cabos que conectam às baterias precisam ser do mesmo comprimento para não haver impedância diferente e desbalancear a carga das baterias.

CAPÍTULO IV
PROCEDIMENTO DE INSTALAÇÃO DO MESO

4.1 PARA MONTAGEM AS ESTRUTURAS

4.1.1 Este Caderno de Instrução destaca apenas a possibilidade de instalação do MESO sobre telhado de fibrocimento, com caibros em madeira (ANEXO I) e também em solo (ANEXO II).

4.1.2 Ferramentas/equipamentos necessários à instalação:

- Chaves de boca para parafuso sextavado M10-M15;
- Nível de bolha;
- Parafusadeira/furadeira com bocal para parafuso auto atarrachante 6.3mm; e
- Transferidor de graus ou equipamento que faça função similar.

4.1.3 Após realizar a fixação da estrutura de alumínio/aço galvanizado, independentemente de estar sobre um telhado ou em solo, executar os seguintes procedimentos:

a) Conferir se todos os suportes estão alinhados e devidamente fixados, e realizar a instalação dos trilhos.

Posicione os trilhos sobre os suportes dos parafusos (Figura 12), fixando com os respectivos parafusos. Utilize um nível para garantir o nivelamento do trilho, ajustando a sua altura através das duas porcas que fixam o suporte "Z" no parafuso de suporte, movimentando-os para cima ou para baixo, mantendo-o mais próximo da cobertura, sem que haja o contato com a mesma. Aperte as porcas de regulagem do suporte uma contra a outra com 2 chaves de boca de 15 mm. Certifique-se de que todos os parafusos estão devidamente apertados.

b) Encaixe o trilho sobre o suporte do gancho através do parafuso de fixação (Figura 13), repetindo a mesma operação nos demais. Em seguida, faça o aperto das porcas pela parte inferior utilizando uma chave de boca 13 mm, mantendo o alinhamento do trilho com a ajuda de um nível de bolha.

4.1.4 Mantenha o trilho o mais próximo o possível do teto, mas sem que haja contato direto. Aperte o parafuso da regulagem do gancho e certifique-se de que todos os parafusos estão devidamente fixados (Figura 14).

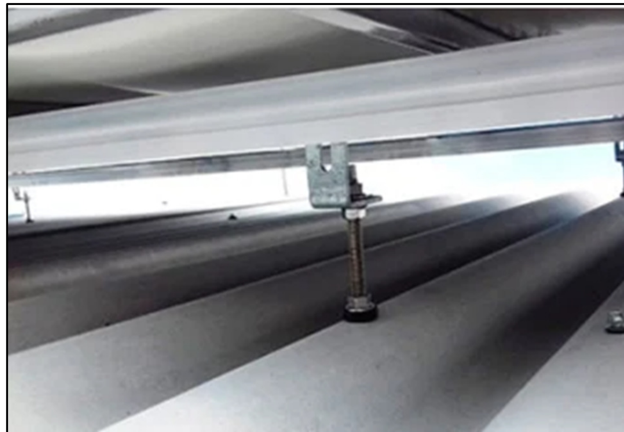


Figura 12 – parafuso de fixação

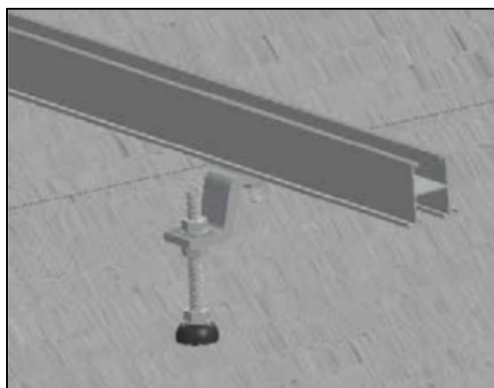


Figura 13 - Trilho e suporte de fixação



Figura 14 – Fixação do trilho e suporte no telhado

c) Com os trilhos devidamente instalados, inicie o posicionamento do primeiro painel sobre eles (Figura 15). Faça o alinhamento com a estrutura e fixe-o utilizando os dois *clamps* finais, apertando os parafusos com uma chave de boca 13 mm ou uma parafusadeira.



Figura 15 – instalação do primeiro painel fotovoltaico

d) Posicione os dois *clamps* intermediários e posteriormente o painel seguinte, faça o alinhamento e fixe-os. Faça este processo para os demais painéis, sempre certificando-se do correto posicionamento e fixação dos *clamps*.

e) Os *clamps* possuem sistema que facilita o aterramento dos painéis. Realize o teste de passagem de corrente entre os furos, o painel e a estrutura utilizando um multímetro, para se certificar do perfeito aterramento. Caso haja necessidade, utilizar furos de aterramento do próprio painel.

4.2 PARA INSTALAÇÃO DOS PAINÉIS

4.2.1 Na junção de mais de um painel fotovoltaico, as características de tensão e corrente elétrica serão diretamente impactadas pela forma de associação utilizada.

4.2.2 No presente projeto, a junção dos painéis fotovoltaicos ocorrerá de forma mista, ou seja, dois painéis associados em série[5], com duas séries associadas em paralelo[6]. Desta forma, o conjunto apresentará uma corrente operacional ideal (Imp) e a tensão operacional ideal (Vmp), grandezas estas que chegarão até o controlador de cargas. Os procedimentos de conexão dos painéis estão ilustrados na Figura 16.

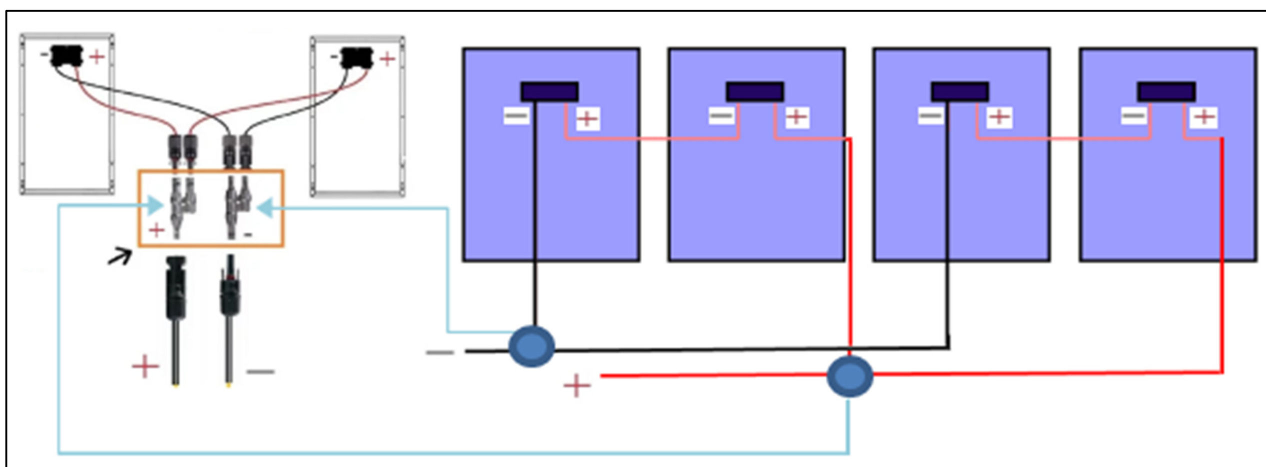


Figura 16 – Procedimentos de conexão dos painéis

4.2.3 No detalhe, temos o sistema de conexão das duas associações em série, através da utilização do conector MC4 paralelo. A saída dos cabos positivo (vermelho) e negativo (preto) deverão descer por canaletas, instaladas na parede, até a entrada do quadro elétrico.

---

[5] Na associação dos painéis em série, quando os terminais de polos contrários são unidos, a característica principal é a manutenção da corrente elétrica com a soma das tensões.

[6] Na associação dos painéis de forma paralela, a união ocorre com a junção dos pólos de mesmo sinal, mantendo-se a tensão elétrica constante, ocasionando a soma das correntes elétricas de todos os painéis.

4.2.4 O kit fotovoltaico completo, composto por seis painéis fotovoltaicos, deverá ser montado conforme Figura 17.

4.2.5 Os painéis 1 e 2; 3 e 4, assim como 5 e 6, devem ser conectados em série, utilizando-se os conectores MC4. Já o conjunto dos painéis 1 e 2 serão unidos ao conjunto de painéis 3 e 4 através de ligação paralela, utilizando os conectores MC4 paralelo.

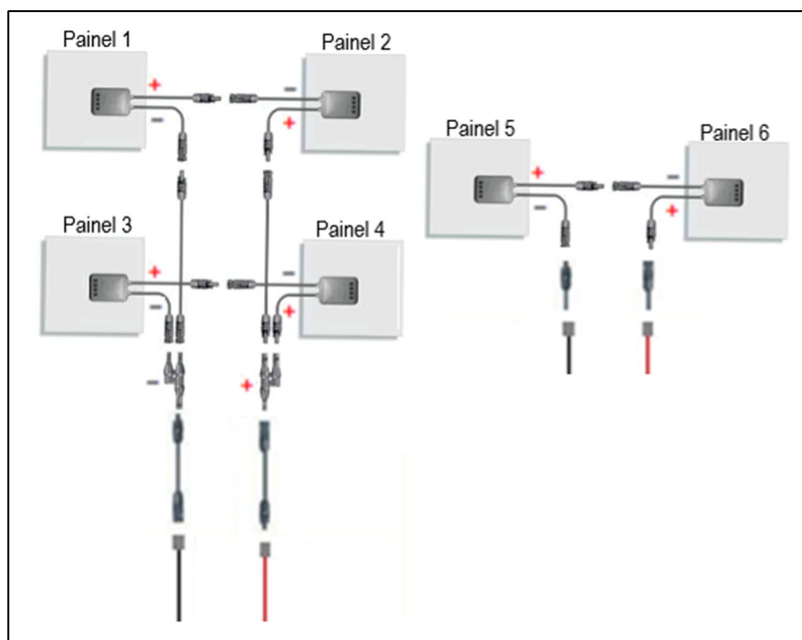


Figura 17 – Conexões dos paineis em série / paralelo

4.3 PARA CONECTOR MC4

4.3.1 Para executar a crimpagem e a união dos painéis, alguns cuidados são fundamentais para garantir uma montagem segura e eficiente:

4.3.2 A separação dos conectores não deve ocorrer sob carga, quando o circuito CC estiver acionado, pois esse procedimento pode provocar arco elétrico.

4.3.3 Os conectores servem apenas para permitir a correta continuidade da corrente elétrica, não podendo, sob nenhuma hipótese, ser exposto à tração mecânica.

4.3.4 Sua utilização deve unir cabos solares para tensão mínima de 1kV, com bitolas de 4mm² ou 6mm².

4.3.5 Cortar a ponta do cabo, utilizando a alicate de corte (
Figura 18). Com o auxílio do alicate decapador (
Figura 19), realizar a desencapagem de 6 a 7,5mm do isolamento da ponta do cabo (Figura 20).



Figura 18 – Alicate de corte



Figura 19 – Alicate decapador

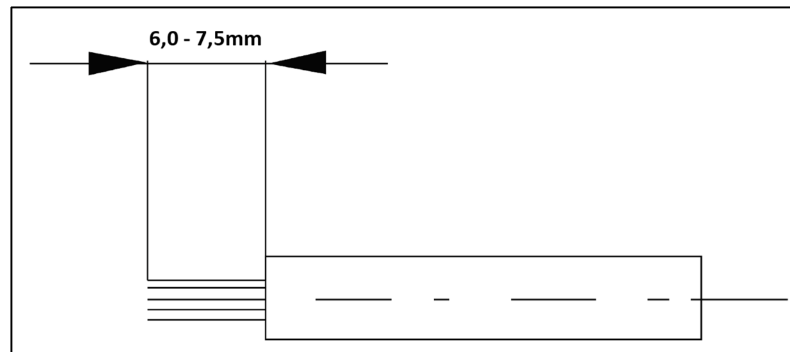


Figura 20 – Desencapagem do isolamento da ponta do cabo

4.3.6 Após os ajustes do alicate de crimpagem (Figura 21), conforme a bitola do cabo utilizado, posicionar o pino no orifício correspondente, pressionando levemente o alicate até travá-lo. Fazer a introdução total do cabo decapado na extremidade aberta do pino e realizar o fechamento total do alicate, realizando a crimpagem do cabo ao pino.



Figura 21 – Alicate de crimpagem

4.3.7 Inserir o contato crimpado (Figura 22) no conector MC4 e puxar suavemente (Figura 23) para verificar a fixação (procedimento a ser realizado para os conectores macho ou fêmea).



Figura 22 – Procedimentos para crimpagem 1



Figura 23 – Procedimentos para crimpagem 2

4.3.8 Realizar o aperto do prensa-cabo utilizado a chave apropriada (procedimento a ser realizado para os conectores macho ou fêmea, conforme Figura 24 e Figura 25).



Figura 24 – Procedimentos para crimpagem 3



Figura 25 – Procedimentos para crimpagem 4

4.4 PARA INSTALAR O BANCO DE BATERIAS

4.4.1 O banco de baterias foi dimensionado para fornecer a energia para o PNR pelo período de 12 horas, conforme já apresentado, que ocorrerá após o desligamento do gerador diesel.

4.4.2 Seguem os procedimentos básicos de segurança para instalação das baterias:

- Primeiramente, desconecte o cabo aterrado da bateria;
- Não bata as baterias nem as incline mais do que 45º;
- Remova a corrosão dos terminais, bandeja e suportes, antes de instalar a bateria estacionária;

- Instale a bateria nivelada e fixe as conexões de forma que fiquem bem apertadas; e
- Sempre conecte o cabo aterrado por último.

4.4.3 Como a tensão de funcionamento do inversor é de 24Vcc / 127Vca, as baterias deverão ser associadas sempre com duas unidades em série. Em seguida, as duas séries irão ser conectadas em paralelo ao barramento, de forma que na conexão com o quadro elétrico, a tensão esteja em 24Vcc, conforme Figura 26.

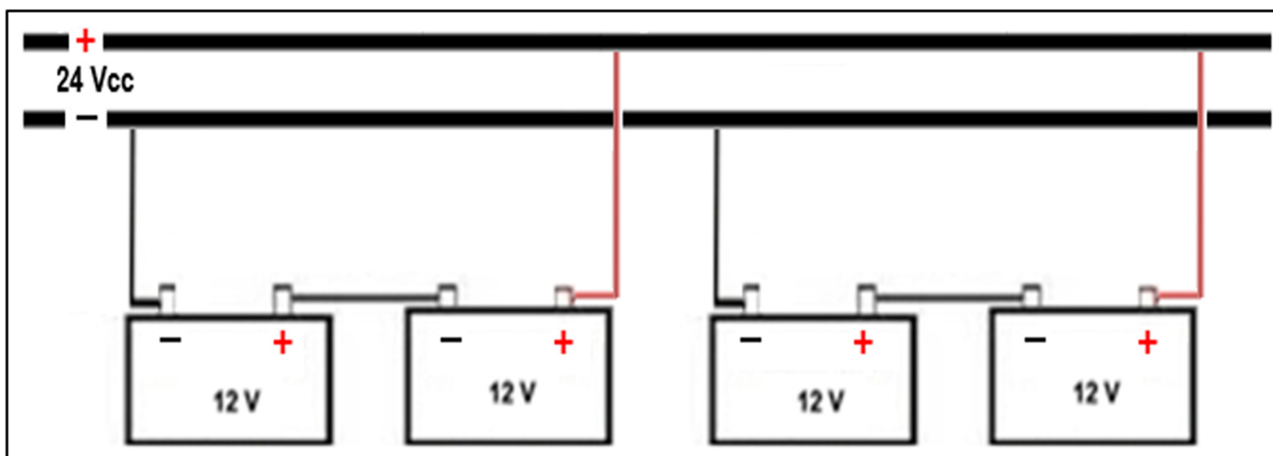


Figura 26 – Associações série / paralelo das baterias

4.4.4 O barramento já deve estar conectado com a entrada do inversor, no quadro elétrico (ver diagrama elétrico). Atenção para a correta instalação dos fusíveis de proteção do sistema.

4.4.5 As baterias deverão ser alojadas em uma estrutura de madeira, que será confeccionada pelo PEF (Figura 27) e deverá ser fixada na parede, logo abaixo do quadro elétrico. **ATENÇÃO**: as baterias deverão ter espaçamento entre si de, no mínimo, 15 cm. Desta forma, serão minimizadas as perdas por aquecimento.

4.4.6 Durante a instalação, deve-se atentar para que **cada cabo,** que conecta as baterias, **possua igual comprimento**, de maneira a evitar corrente de circulação entre baterias e aumentar as perdas.

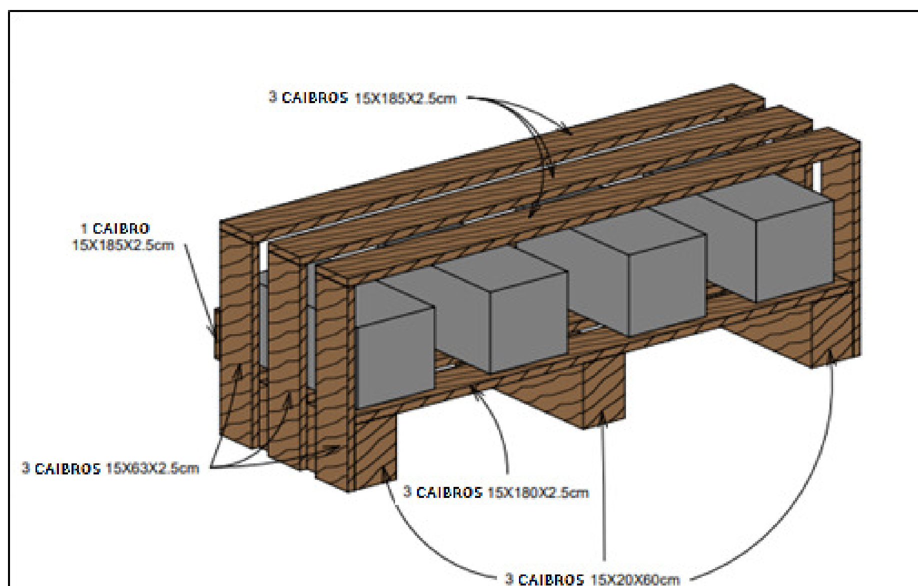


Figura 27 – Estrutura para suporte das baterias

4.5 PARA CONECTAR AO QUADRO ELÉTRICO

4.5.1 INTERCONEXÕES COM QUADRO

4.5.2 Os cabos CC fotovoltaicos devem descer por canaletas, que serão fixadas na parede, até a altura do quadro elétrico. A ligação dos cabos de geração fotovoltaica com o quadro elétrico deverá ocorrer através dos fusíveis de 1000Vcc – 20A, que se encontram alojados na parte superior do quadro elétrico. Na Figura 28 encontra-se o diagrama geral de interligação dos componentes do sistema:

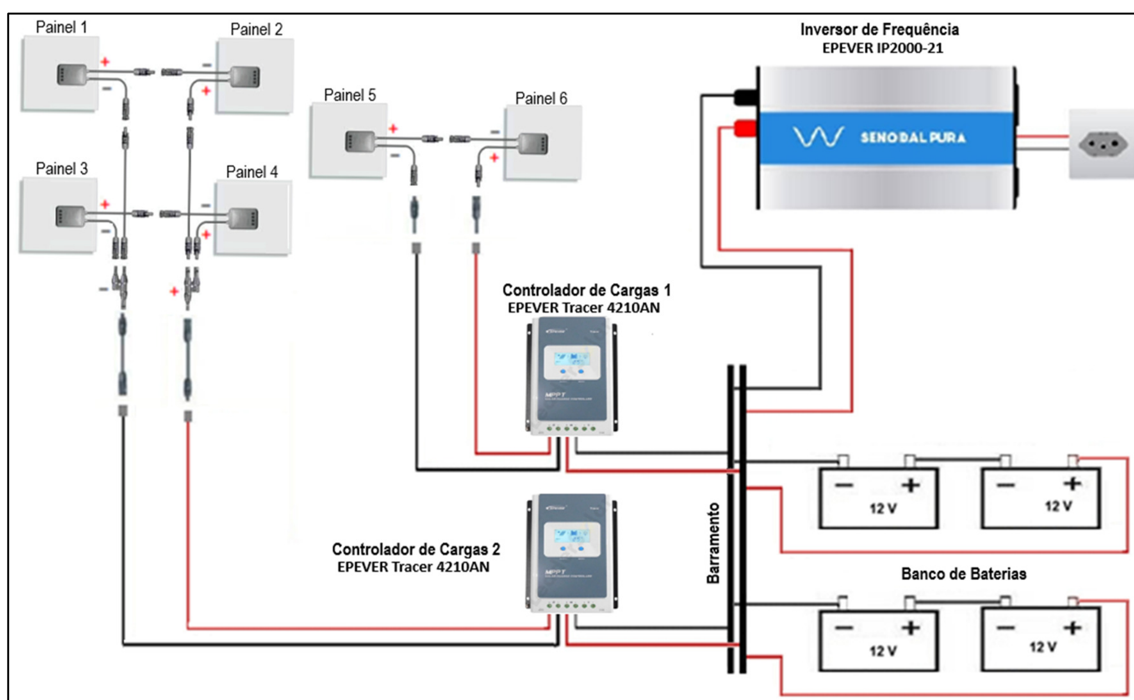


Figura 28 – Diagrama geral de interligação dos componentes

4.5.2 CARACTERÍSTICAS DO INVERSOR

4.5.2.1 As principais características de desempenho do inversor, possíveis panes e possíveis soluções estão apresentadas na Tabela 5:

Tabela 5 – Características de desempenho do inversor

Indicador de trabalho	Indicador de falha	Campainha	Status
Verde em sólido	Vermelho OFF	Sem som	A saída é normal
Piscando lentamente verde (1/4Hz)	Vermelho OFF	Soar	Entrada sob tensão
Flash rápido verde (1Hz)	Vermelho OFF	Soar	Entrada sobre tensão
Verde em sólido	Vermelho em sólido	Soar	Sobre temperatura
Verde OFF	Piscando vermelho (1Hz)	Soar	Curto-circuito de carga
Verde em sólido	Piscando vermelho (1/4Hz)	Soar	Sobrecarga
Verde OFF	Vermelho OFF	Soar	Tensão de saída anormal

4.5.2.2 Em função das possibilidades de ocorrência de falhas no funcionamento do inversor, a Tabela 6 apresenta as possíveis razões e medidas para correção, visando o pleno funcionamento do sistema.

Tabela 6 – Funcionamento do inversor

Falhas	Possíveis razões	Solucionando problemas
Indicador verde piscando lentamente sons de alerta	Entrada DC sob tensão	Meça a tensão de entrada DC, se a tensão for inferior a 10,8/21,6/43,2V. Ajuste a tensão de entrada para restaurar normalmente.
Indicador verde piscando rapidamente sons de alerta	Entrada DC sobre tensão	Meça a tensão de entrada DC, se a tensão for superior a 16/32/64V. Ajuste a tensão de entrada para restaurar normalmente.
Indicador vermelho piscando lentamente sons de alerta	Sobrecarga	✓ Reduza o número da carga CA. ✓ Reinicie o inversor.
Indicador vermelho piscando rapidamente sons de alerta	Curto-circuito	✓ Marque cuidadosamente carrega conexão, limpe a falha. ✓ Recomeça o inversor.
Indicador verde e vermelho sólido com sons de alerta	Sobre temperatura	Quando a temperatura do dissipador de calor exceder 80℃ ou a temperatura interna exceder 60℃, o inversor interromperá a saída de energia automaticamente; Quando o dissipador trazer a temperatura abaixo de 70℃ e a temperatura interna abaixo de 50℃, o inversor voltará a funcionar.

4.5.3. Características do controlador de cargas[7]

Notas Gerais de Instalação:

- Leia todas as instruções de instalação para se familiarizar com as etapas de instalação antes da instalação.
- Tenha muito cuidado ao instalar as baterias, especialmente baterias de chumbo-ácido inundadas. Use proteção para os olhos e tenha água potável disponível para lavar e limpar qualquer contato com o ácido da bateria.
- Mantenha a bateria longe de objetos de metal, o que pode causar curto-circuito na bateria.
- Gases explosivos podem sair da bateria durante o carregamento, portanto, certifique-se de que as condições de ventilação sejam boas.
- A ventilação é altamente recomendada se montada em um gabinete. Nunca instale o controlador em um gabinete vedado com baterias inundadas! Os vapores das baterias ventiladas corroem e destroem os circuitos do controlador.
- Conexões de energia soltas e fios corroídos podem resultar em alto calor, que pode derreter o isolamento do fio, queimar os materiais ao redor ou até mesmo causar incêndio. Certifique-se que as conexões estejam firmes, com o uso de braçadeiras.
- Recomenda-se a utilização de bateria de chumbo-ácido ou bateria de lítio; outros tipos, consulte o fabricante da bateria.
- A conexão da bateria pode ser feita a uma bateria ou a um banco de baterias. As instruções a seguir referem-se a uma única bateria, mas está implícito que a conexão da bateria pode ser feita a uma bateria ou a um grupo de baterias em um banco de baterias.
- Vários modelos iguais de controladores podem ser instalados em paralelo no mesmo banco de baterias para obter maior corrente de carga. Cada controlador deve ter seus próprios módulos solares.
- Selecione os cabos do sistema de acordo com $5A/mm^2$ ou menos densidade de corrente.

4.6 PARA O SISTEMA DE ATERRAMENTO

4.6.1 O aterramento do sistema fotovoltaico visa promover a segurança, tanto do sistema instalado como das pessoas quepossam ter contato com o mesmo, instaladores, ou ocupantesda instalação. É caracterizada pela ligação intencional com a terra feita com a utilização de condutor específico para esta finalidade.

---

[7]Especificações técnicas do controlador de cargas marca/modelo EPEVER Tracer 4210AN.

4.6.2 Mesmo existindo várias opções de aterramento, no presente projeto estaremos utilizando o aterramento por equipotencialização, conforme representado na Figura 29.

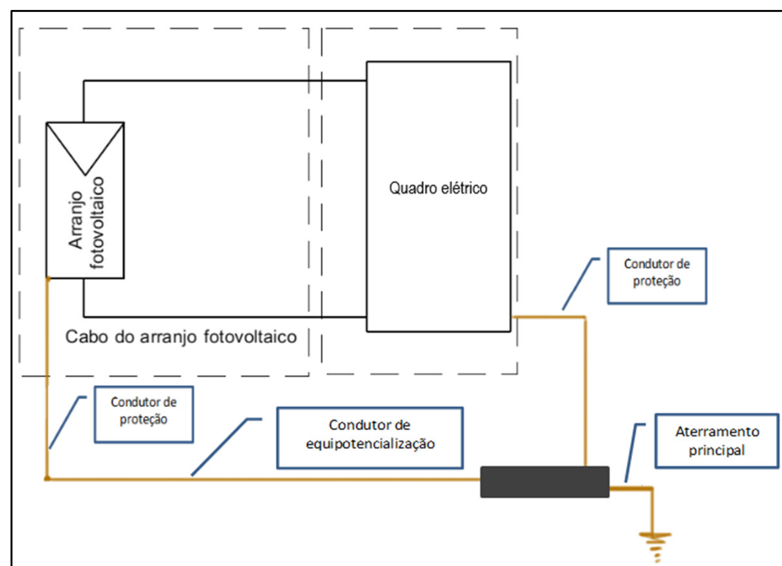


Figura 29 – Sistema de aterramento adotado

4.6.3 Para executar o aterramento, foi previsto a aquisição de cabo de cobre flexível 750V verde e amarelo 6 mm², haste de cobre 2.400 mm, conector de aterramento e caixa de inspeção. O cabo deverá ser conectado à estrutura de cada um dos painéis e chegará até a haste através de eletroduto corrugado, a ser instalada dentro da caixa de inspeção, conforme Figura 30.



Figura 30 – Caixa de inspeção do sistema de aterramento e conector para haste de aterramento

4.6.4 Também, o cabo deverá ter contrato com o barramento de terra, dentro do quadro elétrico, através de conexão com o condutor de equipotencialização. Assim, tanto o inversor, controladores de carga e todo o sistema estarão aterrados.

4.7 INFORMAÇÕES ESSENCIAIS

4.7.1 Para montagem do sistema deve-se atentar para a sequência de ligação dos equipamentos no controlador de cargas:

- PRIMEIRO: conectar os cabos das baterias (já associadas em série com duas unidades), para configurar a tensão de trabalho do controlador de cargas (24V). Realizar a ligação no barramento de cobre, conforme o diagrama, com a utilização dos respectivos fusíveis.
- SEGUNDO: realizar a ligação dos cabos das baterias no barramento de cobre, e deste, para a entrada do inversor (LIGAR A CARGA).
- TERCEIRO: conectar os cabos da geração fotovoltaica (positivo e negativo).

NOTA 1: nesta fase deverá ser realizada a conferência dos limites de tensão e corrente elétrica na entrada dos controladores de carga, bem como na saída para as baterias e dessas, para o inversor.

NOTA 2: Para desconectar, utilizar a sequência inversa.

4.7.2 Atentar para as normas de segurança de trabalho no que diz respeito ao NR-10:

- Necessidade de utilização de componentes e ferramentas apropriadas;
- Não realizar os procedimentos com os painéis energizados;
- Emprego de profissionais qualificados são fundamentais.

ANEXO I - INSTALAÇÃO DA ESTRUTURA EM TELHADO DE FIBROCIMENTO

A condição ideal é sempre instalar a estrutura no centro da cobertura, a uma distância mínima de 0,5m entre à extremidade do telhado e o início dos painéis solares. A estrutura deve ser instalada em posição que permita a distribuição do peso sobre dois caibros de madeira, com os painéis na posição tipo “retrato”.

A instalação do kit pode ocorrer em ambas as abas do telhado de forma homogênea, para o caso delas não estarem alinhadas à linha do Equador, visando minimizar o impacto na perda de geração de energia. Também é uma maneira de distribuir, de forma equivalente, o peso dos painéis sobre o telhado, visando reduzir a necessidade de realizar reforço estrutural.

Procedimento de instalação em telhado de fibrocimento:

a) Localizar a posição dos caibros de madeira sob a cobertura de fibrocimento. Através da posição dos parafusos ou pregos utilizados em sua fixação, na parte superior da telha, identifica-se a posição dos mesmos.
b) Com o auxílio de furadeira com broca de 10 mm, realizar um furo na parte superior da telha para ter acesso ao caibro (Figura 31). Em seguida, com uma broca de 8mm, fazer um furo no caibro que servirá de guia para o suporte, evitando que o caibro seja danificado. (OBS: não realizar o furo na canaleta da telha, pois irá causar infiltração de água no interior do PNR).



Figura 31–Acesso ao caibro

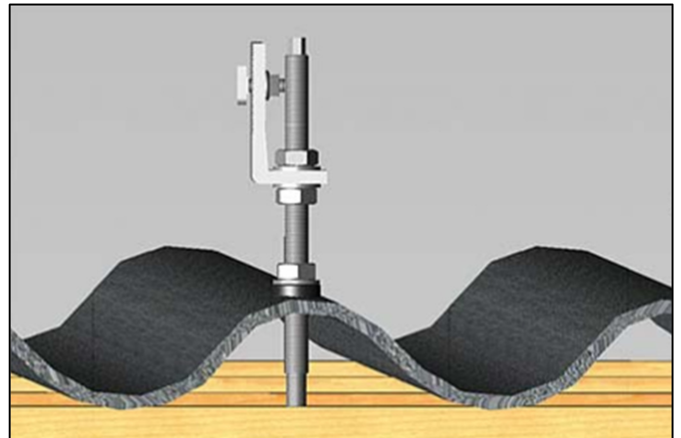


Figura 32 – Fixação do parafuso de suporte no caibro

c) Introduza o parafuso de suporte no caibro através da perfuração da telha e com o auxílio de uma chave de boca 7 mm ou uma parafusadeira, faça a fixação do mesmo (Figura 32).

d) Certifique-se de que o parafuso de suporte (Figura 33) esteja bem fixado no caibro. Suspenda o anel de vedação e aplique vedação com espuma em poliuretano (PU) no furo da telha, ao redor do parafuso. Em seguida, posicione o anel de vedação contra a telha, comprimindo o PU aplicado, apertando a porca com chave de boca 15 mm. A vedação deverá estar totalmente em contato com a telha, assegurado pelo PU aplicado. Isso irá evitar que ocorra vazamentos para o interior da cobertura.



Figura 33 – Parafuso de suporte

Continuação do ANEXO I

INSTALAÇÃO DA ESTRUTURA EM TELHADO DE FIBROCIMENTO

e) Esse procedimento deve ser realizado em todos os parafusos de suporte, seguindo a orientação da tabela do trilho. **Dica:** Instalar o primeiro e o último suporte, traçando uma linha utilizando fio de nylon, o que facilitará o alinhamento dos demais suportes.

RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS:

- Conforme imagens do telhado dos PNR do PEF, e visando aumentar a segurança da equipe de instalação, devem ser adotadas medidas adicionais de segurança quando sobre as telhas.
- Utilizar algumas tábuas dispostas sobre o telhado, fixando-as provisoriamente de forma transversal e longitudinalmente, removendo-as após o término da instalação. Este deve ser o local por onde ocorrerão as movimentações e permanência dos instaladores.

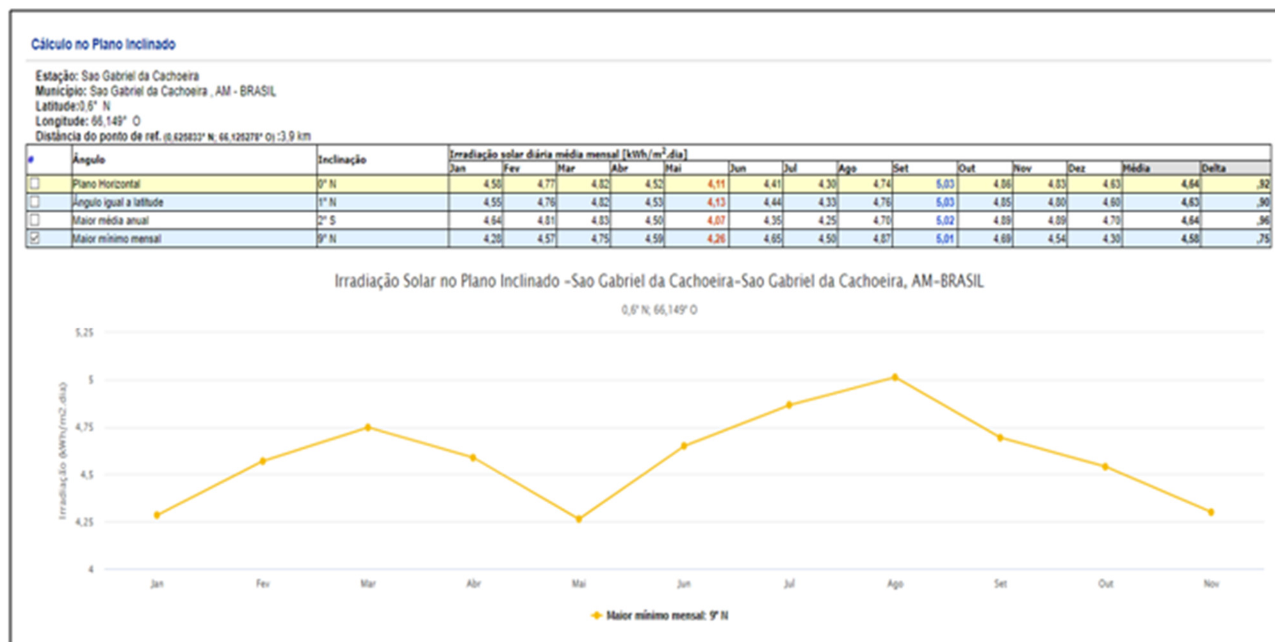
ANEXO II - INSTALAÇÃO DA ESTRUTURA EM SOLO

Como forma de minimizar possíveis danos à estrutura da cobertura do PNR, bem como propor maior agilidade nas manutenções do sistema fotovoltaico, a instalação dos painéis sobre o solo é uma solução mais adequada.

Deve haver preocupação com a escolha do local de instalação. Este deve ser próximo ao PNR sem proximidade com árvores ou outras construções que possam oferecer sombreamento precoce aos painéis no início e final do dia.

Em locais com baixa latitude, em relação à Linha do Equador, os módulos poderão ser instalados tanto voltados ao Norte Verdadeiro como ao Sul Verdadeiro, sem que ocorram grandes perdas.

No entanto, visando obter a maior produção mínima mensal, orienta-se que os módulos fiquem voltados ao Norte, com inclinação de 9º, em relação ao plano horizontal (Figura 34). Esta escolha entregará mais energia nos meses com menor disponibilidade de energia solar, além de, em função da inclinação, proporcionar autolimpeza aos painéis durante as chuvas.



Cálculo no Plano Inclinado

Estação: Sao Gabriel da Cachoeira
Município: Sao Gabriel da Cachoeira , AM - BRASIL
Latitude:0,6° N
Longitude: 66,149° O
Distância do ponto de ref. (0,625833° N; 66,125278° O) :3,9 km

	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m².dia]													
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média	Delta
☐	Plano Horizontal	0° N	4,50	4,77	4,82	4,52	4,11	4,41	4,30	4,74	5,03	4,86	4,83	4,63	4,64	,92
☐	Ângulo igual a latitude	1° N	4,55	4,76	4,82	4,53	4,13	4,44	4,33	4,76	5,03	4,85	4,80	4,60	4,63	,90
☐	Maior média anual	2° S	4,64	4,81	4,83	4,50	4,07	4,35	4,25	4,70	5,02	4,89	4,89	4,70	4,64	,96
☑	Maior mínimo mensal	9° N	4,28	4,57	4,75	4,59	4,26	4,65	4,50	4,87	5,01	4,69	4,54	4,30	4,58	,75

Figura 34 – Cálculo da irradiação solar no plano inclinado para cidade de São Gabriel da Cachoeira-AM
Fonte: CRESESB (2020)

Continuação do ANEXO II

INSTALAÇÃO DA ESTRUTURA EM SOLO

As estruturas de fixação em solo[8] licitadas são de alumínio, cujas características e procedimentos de instalação propostas pela fabricante são (Figura 35):

1. Concretar as pilastras com 550 mm de profundidade obedecendo às distâncias entre os pés;
2. Conectar as travessas utilizando o parafuso M12; e
3. Instalar as longarinas utilizando parafusos M10. Regular o ângulo da estrutura utilizando o transferidor ou equipamento que faça função similar.

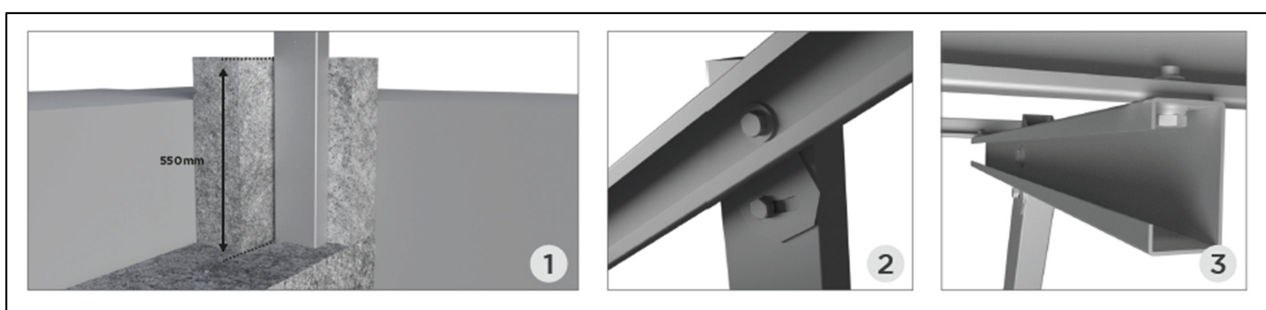


Figura 35 – Sequência de instalação da estrutura de fixação em solo

4. Travar a estrutura apertando o parafuso M10 do oblongo de regulagem.
5. De forma visual, é possível identificar o correto torque de aperto do parafuso auto brocante, conforme apresentado na Figura 36.



Figura 36 – Visualização do torque de aperto dos parafusos autobrocantes

A sequência de instalação dos painéis sobre a estrutura deverá ocorrer conforme sequência (Figura 37)

1. Faça primeiro a fixação da lateral do módulo através do fixador final. O furo em que o parafuso é fixado é feito através da ponta de brocagem do mesmo;

---

[8] Kit de estrutura de alumínio para montagem de 4 módulos fotovoltaicos.

INSTALAÇÃO DA ESTRUTURA EM SOLO

2. Coloque o segundo módulo e faça a fixação utilizando o fixador central. O furo em que o parafuso é fixado é feito através da ponta de brocagem do mesmo;
3. Após a instalação de todos os módulos no trilho, coloque o fixador final.

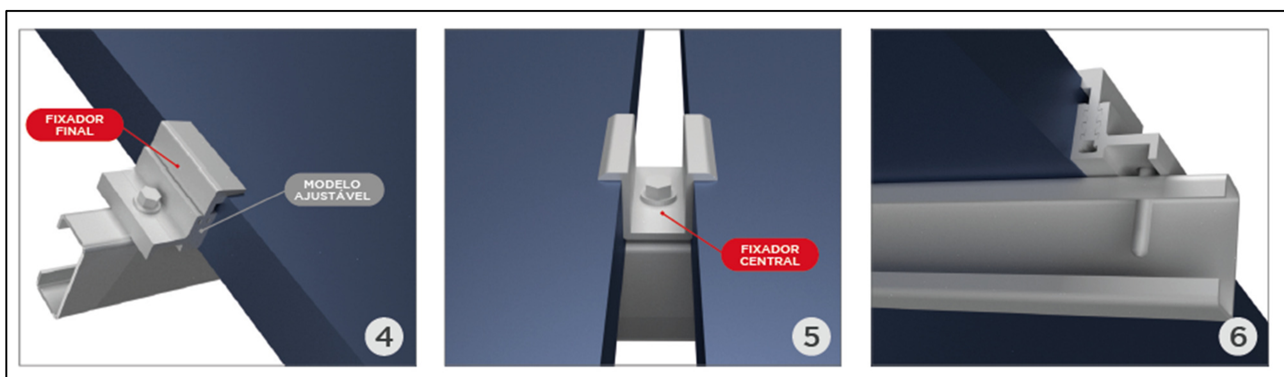
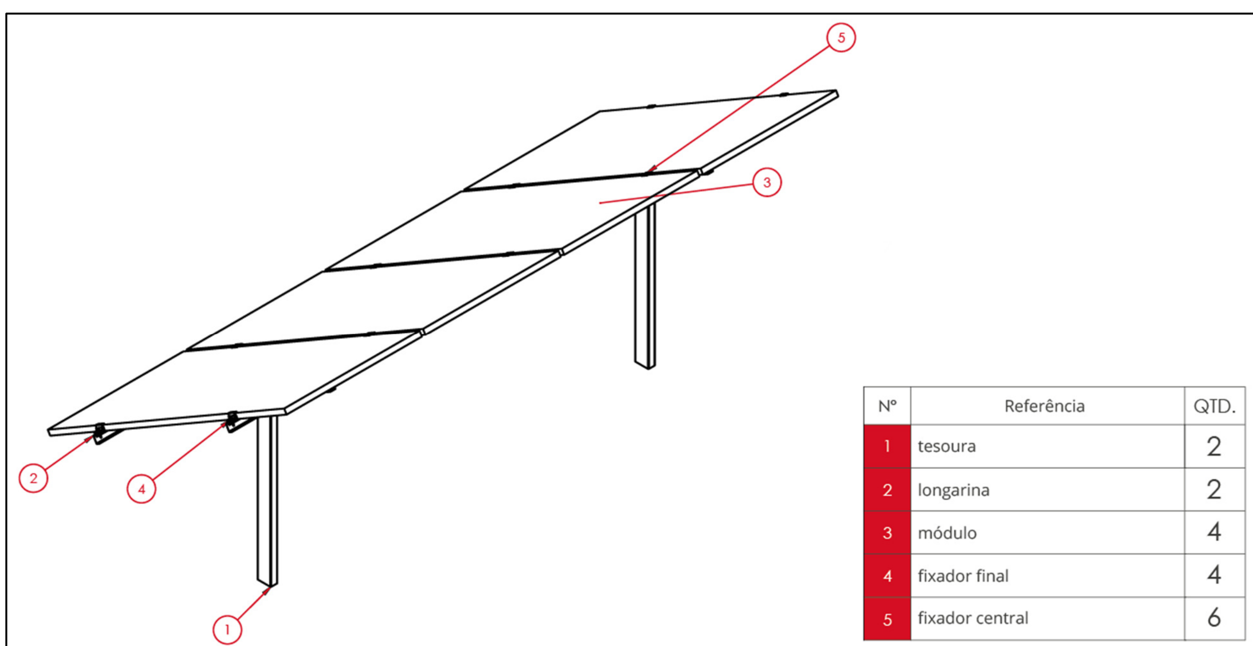


Figura 37 – Sequência de instalação dos painéis na estrutura

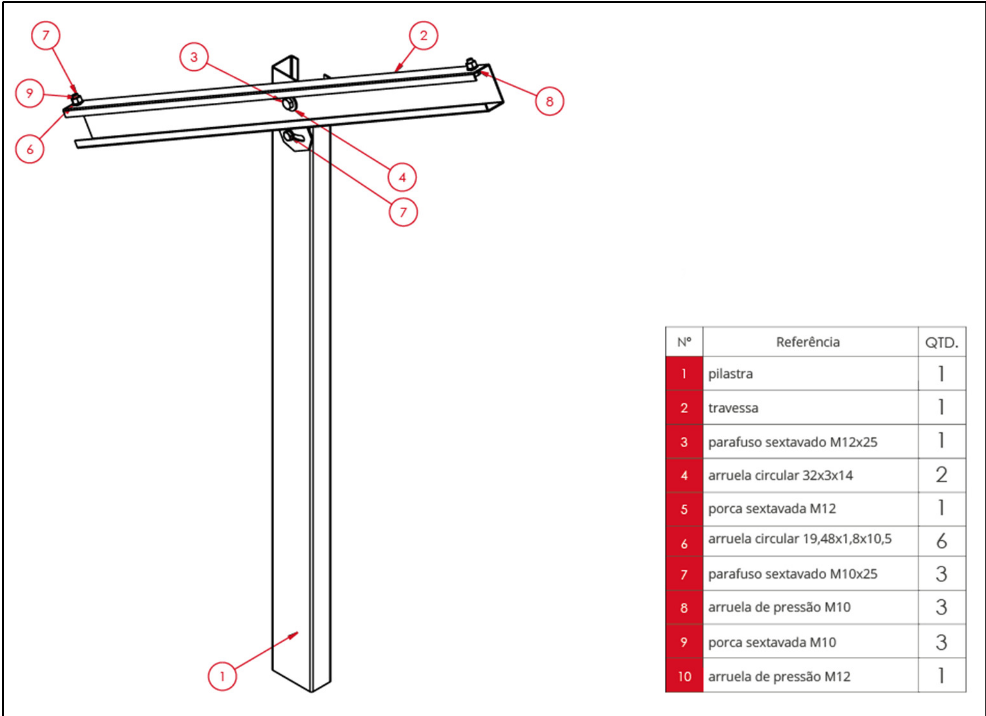
O kit para instalação dos quatro painéis (Figura 38 e Figura 39), bem como os espaçamentos necessários a serem cumpridos estão apresentados na Figura 40



Nº	Referência	QTD.
1	tesoura	2
2	longarina	2
3	módulo	4
4	fixador final	4
5	fixador central	6

Figura 38 – Composição do kit para instalação

Continuação do ANEXO II
INSTALAÇÃO DA ESTRUTURA EM SOLO



Nº	Referência	QTD.
1	pilastra	1
2	travessa	1
3	parafuso sextavado M12x25	1
4	arruela circular 32x3x14	2
5	porca sextavada M12	1
6	arruela circular 19,48x1,8x10,5	6
7	parafuso sextavado M10x25	3
8	arruela de pressão M10	3
9	porca sextavada M10	3
10	arruela de pressão M12	1

Figura 39 – Composição do kit para instalação

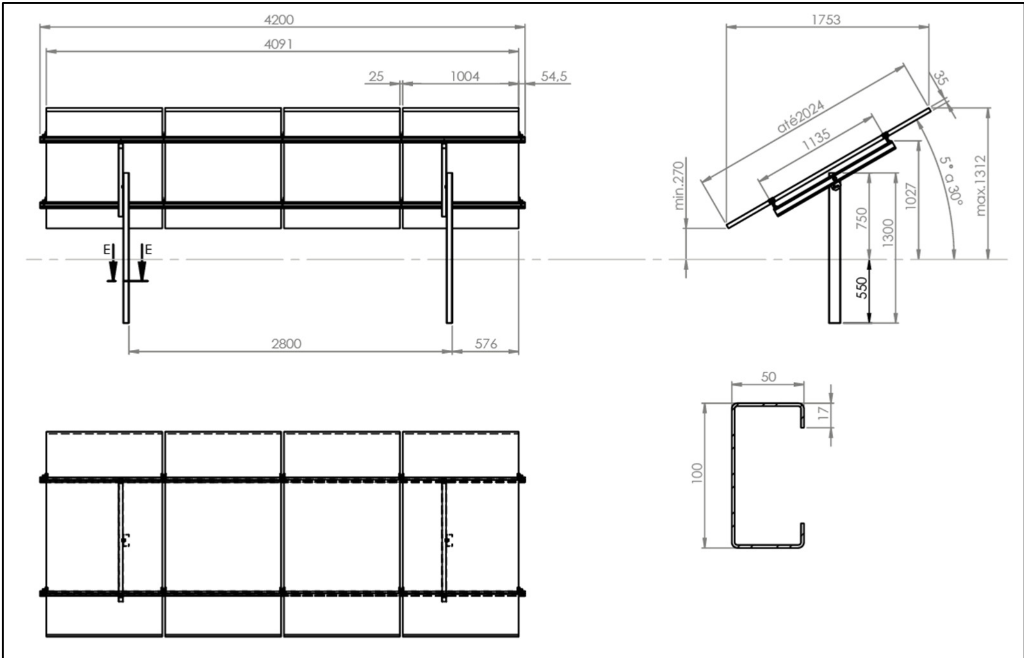
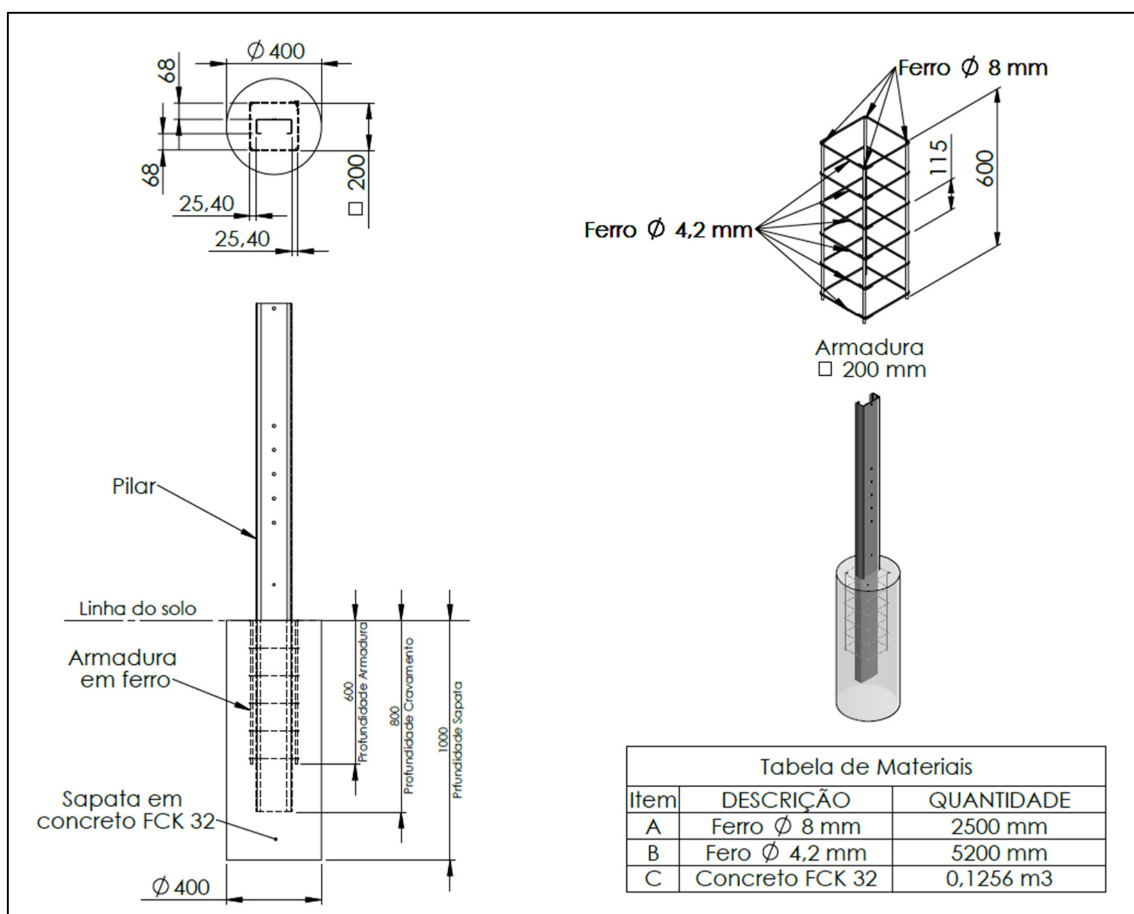


Figura 40 – Dimensões para instalação

Continuação do ANEXO II
INSTALAÇÃO DA ESTRUTURA EM SOLO

Uma proposta para realização de fundação, com os respectivos materiais necessários, é apresentada na Figura 41.



Item	DESCRIÇÃO	QUANTIDADE
A	Ferro Ø 8 mm	2500 mm
B	Fero Ø 4,2 mm	5200 mm
C	Concreto FCK 32	0,1256 m3

Figura 41 – Materiais e dimensões da fundação

ANEXO III - MANUTENÇÃO PREVENTIVA DO INVERSOR E CONTROLADOR

As seguintes inspeções e tarefas de manutenção devem ser realizadas, pelo menos duas vezes por ano, para garantir o melhor desempenho do inversor.

- Certifique-se de que não bloqueie o fluxo de ar ao redor do inversor. Limpar qualquer sujeira e fragmentos no radiador.
- Verifique todos os fios nus para garantir que o isolamento não seja danificado para solarização séria, através de desgastes por atrito, ressecamento, insetos ou ratos etc.
- Repare ou substituia fios danificados, quando necessário.
- Verifique e confirme se o indicador e o display são consistentes com o necessário.
- Preste atenção com qualquer problema ou indicação de erro. Realize a manutenção corretiva, se necessário.
- Confirme que todos os terminais não têm corrosão, isolamento danificado, alta temperatura ou sinal queimado/descolorido, apertar parafusos terminais para o torque sugerido.
- Verifique se há sujeira, insetos aninhados e corrosão. Se assim for, realize limpeza.
- Verifique e confirme que o pára-raios está em boas condições. Substitua um novo a tempo para evitar danos do inversor/carregador e até mesmo outros equipamentos.
- Incluir na frente do quadro elétrico, aviso conforme padrão a seguir:

CUIDADO

RISCO DE CHOQUE ELÉTRICO!

Antes das operações a seguir, certifique-se de que toda a energia está desligada, e a eletricidade nas capacitâncias foi completamente descarregada, em seguida, siga as inspeções e operações correspondentes.

ANEXO IV - MANUTENÇÃO PREVENTIVA DA BATERIA

Para garantir maior vida útil do banco de baterias, deve-se realizar periodicamente tarefas de manutenção preventiva, dentre elas, destacam-se:
- inspeção e limpeza do rack de baterias e terminais;
- inspeção de desconexões de bateria, dispositivos de sobre corrente e condutores;
- verificação dos torques dos terminais; e
- medição de tensão e gravidade específica.

Cuidados especiais com a bateria:

Ácido Sulfúrico

Riscos: O ácido sulfúrico é um líquido venenoso e corrosivo que pode causar queimaduras ou irritações na pele e nos olhos, podendo ainda corroer roupas.

Precauções:
- Manusear a bateria com cuidado. Não bata nem incline a bateria mais do que o ângulo de 45º;
- Sempre empilhe as baterias de forma correta, para evitar quedas - não mais que quatro camadas;
- Sempre faça a recarga em local bem ventilado;
- Use óculos de segurança.

Ações de Emergência:
- em contato com a pele: lave imediatamente a área afetada em água corrente e tire a roupa contaminada pelo ácido.
- em contato com os olhos: lave-os imediatamente em água corrente durante pelo menos 10 minutos; e
- em caso de ingestão: beba bastante água ou leite.

Continuação do ANEXO IV
MANUTENÇÃO PREVENTIVA DA BATERIA

Energia Elétrica

Riscos: Os terminais da bateria podem sofrer curtos-circuitos provocados por objetos de metal (como chaves e alicates) que podem causar faíscas, portanto não coloque ferramentas sobre as baterias.

Precauções:

1. Desconecte o cabo aterrado da bateria sempre que for trabalhar com o sistema elétrico do equipamento, conectando-o novamente, sempre por último.
2. Nunca coloque ferramentas sobre a bateria.

Emissão de gases

Riscos: O hidrogênio é um gás explosivo (a emissão de gases das baterias estacionária é mínima em condições normais de uso, o que praticamente elimina esse risco).

Precauções:

1. Sempre recarregue a bateria em local bem ventilado;
2. Não fume. Não provoque faíscas nem chamas;
3. Tenha certeza de que o carregador está desligado para conectar ou desconectar a bateria; e
4. Sempre remova o cabo aterrado antes e conecte-o por último.

Ações de Emergência: Em caso de explosão, procure um médico urgente. Lembre-se de que o ácido sulfúrico pode ter esparramado, contaminando partes do corpo.

ANEXO V - MANUTENÇÃO PREVENTIVA DOS PAINÉIS FOTOVOLTAICOS

A manutenção preventiva dos painéis fotovoltaicos resume-se na realização da sua limpeza com água, sem qualquer produto adicionado à mesma.

A sujeira pode resultar de excrementos de pássaros, emissões, poeira ou sujeira que se instala me se acumulam na superfície dos módulos. A sujeira pode reduzir a produção do sistema fotovoltaico em 10% a 20% de sua potência.

Durante a limpeza, evitar se apoiar nos painéis. A limpeza deverá ser feita preferencialmente em horários em que os painéis não estejam quentes para evitar choque térmico, de modo a não danificar o vidro de cobertura.

Caso exista excremento de pássaro ou outro material grudado na superfície do painel, deve-se molhar o local e deixar um pano molhado sobre a sujeira a ser removida até que a mesma se desprenda do vidro. Jamais utilizar espátula, produto químico ou material abrasivo para forçar sua remoção.

Controle de sombreamento e manutenção das redondezas.

Qualquer quantidade de sombreamento do painel, mesmo que parcial, pode reduzir significativamente a produção diária de energia.

As árvores e vegetações próximas podem exigir podas e manutenções periódicas. No entanto, a remoção ou corte de arbustos ou da grama alta perto destes. Exige-se um cuidado especial, principalmente em sendo utilizado máquinas de corte à fio, pois elas podem arremessar pedras contra os painéis e ocasionar a quebra do vidro frontal.

GLOSSÁRIO
TERMOS E DEFINIÇÕES

Brocagem – realização de furos (brocas) com auxílio de ferramenta específica.

Clamps – grampos utilizados para fixação sob pressão dos módulos fotovoltaicos, sem necessidade de perfurar a estrutura de base.

Crimpagem – realização de dobra na superfície do pino metálico de conector para fixar a extremidade do cabo flexível.

Curto-cicuito - conexão de baixa resistência entre os polos de um dispositivo elétrico ou eletrônico, geralmente acidental, capaz de causar a passagem de um excesso de corrente, que pode provocar problemas.

Decapador – ferramenta utilizada para desencapar parte da extremidade de cabo ou fio de modo a realizar a devida conexão.

Inversor – equipamento de potência que realiza a transformação da corrente contínua em corrente alternada compatível com a rede elétrica da instalação.

Irradiação solar - é o fluxo de energia proveniente do sol integrada em um intervalo de tempo especificado, geralmente uma hora ou um dia, e é dada em watt hora por metro quadrado (Wh/m²), significa uma determinada quantidade de radiação solar por unidade de área.

Módulo fotovoltaico – popularmente chamado de placa fotovoltaica, é o equipamento mais aparente do sistema fotovoltaico e que é responsável pela captação da luz do sol e sua direta conversão em energia elétrica através das células fotovoltaicas das quais é composto.

Off-grid – mesmo significado de sistema isolado.

Sistemas isolados – sistema de geração de energia que não possui conexão com a rede elétrica da concessionária de energia e geralmente requer armazenamento de energia em baterias.

REFERÊNCIAS

ASSOSSIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT NBR 5410:2004. **Instalações elétricas de baixa tensão**.

__________. ABNT NBR 10.889:2020. **Energia solar fotovoltaica** - Terminologia.

__________. ABNT NBR 16612:2020. **Cabos de potência para sistemas fotovoltaicos, não halogenados, isolados, com cobertura, para tensão de até 1,8 kV C.C. entre condutores - Requisitos de desempenho**.

__________. ABNT NBR 16767:2019. **Elementos e baterias estacionárias para aplicação em sistemas fotovoltaicos não conectados à rede elétrica de energia (*off-grid*) - Requisitos gerais e métodos de ensaio**.

BRASIL. Empresa Pesquisa Energética. Ministério de Minas e Energia. **Anuário estatístico de energia elétrica 2019 (EPE, 2019): ano base 2018**, Versão "*Workbook*" - dados preliminares v 01, 2019.

NASCIMENTO, Rodrigo Limp. **Energia Solar no Brasil: Situação e Perspectivas**. Brasília: Câmara dos Deputados – Consultoria Legislativa, 2017. 46 p.

NOGUEIRA, Carlos Eduardo Camargo. **Dimensionamento de sistemas integrados de energia em ambientes rurais**. 2004. 144 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Santa Catariana, Florianópolis, 2004.

PINHO, João Tavares; GALDINO, Maro Antônio. **Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos**. Rio de Janeiro: CEPEL-CRESESB, 2014.

REBOLLAR, Paola Beatriz May; RODRIGUES, Paulo Roberto. **Energias Renováveis**: Energia Solar. Jelare, 211. (Edição – Livro Digital).